

**Exposé für ein Leitvorhaben im Rahmen des Förderaufrufs
„Campusnetzwerke auf Basis von 5G-Kommunikationstechnologien einschließlich
OpenRAN-Ansätzen“**

**CampusOS - Innovation und Flexibilität durch einen Technologie-Baukasten
und Blaupausen für den Aufbau und Betrieb von offenen Campusnetzen**

Prof. Dr.-Ing. Slawomir Stanczak
Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut
slawomir.stanczak@hhi.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Thomas Magedanz
Fraunhofer FOKUS
thomas.magedanz@fokus.fraunhofer.de

Motivation

5G und die weitere Entwicklung hin zu 6G werden nicht nur Maschinen miteinander vernetzen, sondern auch die Mensch-Maschine-Interaktion völlig neu definieren. Die mit 5G erzielbare, latenzarme Kommunikation in Kombination mit einer stark erhöhten Datenrate und hoher SLA-abhängiger¹ Zuverlässigkeit (Network Slicing) ermöglicht völlig neue Anwendungen in Bereichen wie Industrie 4.0, Telemedizin, AR/VR und autonomes Fahren.

Chancen und Mitgestaltungsmöglichkeiten für deutsche und europäische Anbieter und Anwender von 5G liegen vor allem in so genannten Campusnetzen für den spezialisierten Einsatz in der Industrie und anderen Anwendungsbereichen. Da jeder Anwendungsbereich seine speziellen branchenspezifischen Anforderungen an Flexibilität, Effizienz, Zuverlässigkeit, Sicherheit und Latenz hat, bedarf es Campusnetze mit entsprechenden branchenspezifischen Lösungen. Auf eine solche Individualisierung der Netze und Dienste sind die großen Netzausrüster, die hochgradig vertikal integrierte Lösungen anbieten, zurzeit nicht ausgerichtet – die Nischenlösungen erfordern sehr branchenspezifisches Spezialwissen und Software, die teilweise außerhalb des Kompetenz- und Geschäftsbereichs der etablierten Netzausrüster liegen. Benötigte Services und Spezialanforderungen werden daher bisher nicht ausreichend bedient, was zu Innovationshemmnissen führt. Daraus ergeben sich einzigartige neue Möglichkeiten für deutsche Startups und den Mittelstand sowie für Innovationen im 5G-Umfeld.

Eine Neustrukturierung der Kommunikationssysteme bzw. die Schaffung eines Marktes für neue Kommunikationslösungen und neue Akteure birgt daher enorme Potenziale. Einen vielversprechenden Weg dazu bietet der OpenRAN-Ansatz, der eine konsequente Virtualisierung und Disaggregation der Netz-Komponenten, insbesondere der Funkzugangsnetze, verfolgt. Ein weiterer zentraler Aspekt von OpenRAN sind offene Schnittstellen, die disaggregierte und weitgehend virtualisierte Multi-Vendor-Systeme ermöglichen und unterstützen. So sollen sich auch spezialisierte Lösungen von kleineren, innovativen Software-Unternehmen in das Gesamtsystem integrieren lassen. Offenheit und Disaggregation werden ferner die Konvergenz der Informations- und Kommunikationstechnologien und somit die Integration der Künstlichen Intelligenz (KI) fördern. Die KI wird nicht nur für die Beherrschung der gestiegenen Komplexität und des hohen Integrationsaufwands von OpenRAN-Lösungen unverzichtbar sein, sondern auch für einen wirtschaftlichen und benutzerfreundlichen Betrieb von Campusnetzen.

Vor diesem Hintergrund versteht sich CampusOS als wichtiger Impulsgeber zur Schaffung neuer Wertschöpfungsketten in Campusnetzen auf Basis von Virtualisierung, Disaggregation, Offenheit

¹ SLA: Service-Level Agreement

und Einsatz von KI. Ziel ist es, Markteintrittsbarrieren zu senken und damit den 5G-Kommunikationsmarkt für neue Anbieter von branchenspezifischen Lösungen für Campusnetze zu öffnen.

Projektziele

Mit CampusOS wird das Ziel verfolgt, ein technologisch souveränes Campusnetz-Ökosystem in Deutschland aufzubauen. Der Schwerpunkt liegt auf offenen und sicheren Funknetzen auf Basis von OpenRAN, das als ein offenes E2E programmierbares 5G+ System verstanden wird. Aufgrund der E2E-Perspektive erstreckt sich der OpenRAN-Ansatz auf alle wesentlichen Bestandteile des Netzes, darunter das Funkzugangnetz (RAN), das Kernnetz (Core), Endgeräte (UE), virtualisierte Cloud-Computing-Infrastruktur sowie Management und Betrieb (MANO). Als Ausgangsbasis für die Umsetzung von CampusOS dient der 5G Standard, basierend auf der 3GPP Release 16 (5G) Stand Alone (SA) Architektur. Neben OpenRAN-Lösungen werden zum Zwecke der Vergleichbarkeit auch integrierte Funkzugangslösungen etablierter Netzanbieter betrachtet.

Offene Campusnetze sollen auf Basis eines erweiterbaren Technologie-Baukastens realisiert werden, der einen Komponentenkatalog und Blaupausen für verschiedene Betreibermodelle und funktionierende Kombinationen der Komponenten umfassen wird. Folgendes ist dabei zielführend:

- Bedarfsanalyse und Bestandsaufnahme von Anwendungsfällen für Virtualisierungslösungen von Funkzugangnetzen im Bereich der spezialisierten Campusnetze für Produktion und Logistik, Medizin-Campus/Krankenhäuser, Häfen, Bergbau, Baustellen und Landwirtschaft
- Entwicklung und Verifizierung von Referenzarchitekturen und -designs für offene E2E-Campusnetze und zugehörige Kommunikationssysteme
- Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in den folgenden Bereichen: Performanz-Garantien, Interoperabilität, Skalierbarkeit, Ende-zu-Ende-Netzorchestrierung, -Management und -Betrieb für verschiedene Branchen, Integration und Tests, Sicherheitsaspekte, der Einsatz maschineller Intelligenz, Dimensionierung und Planung von Campusnetzen sowie Lösungen für optimale funktionale Aufteilung
- Aufbau offener 5G-Campus-Referenz-Testfelder auf der Grundlage der entwickelten offenen E2E-Campusnetz-Architekturen: „Campusnetze zum Anfassen“ sowohl für Anbieter als auch für Anwender
- Neue Betreiber- und Geschäftsmodelle, Technologietransfer für Startups und mittelständische Unternehmen sowie Öffentlichkeitsarbeit
- Berücksichtigung und Umsetzung des Betreiberrends zu DevOps / Continuous Integration and Delivery

Projektstruktur

Die Entwicklung und Umsetzung des Technologie-Baukastens wird im Rahmen zweier vom BMWi geförderter CampusOS-Leitprojekte erfolgen, deren Schwerpunkte und Schlüsselthemen zum einen in der Anbieter- und zum anderen in der Anwenderperspektive liegen. Das Vorgehen in den Leitprojekten ist möglichst iterativ, d. h. es soll schnellstmöglich ein initialer minimaler Technologie-Baukasten an Komponenten (als Bausteine) und Blaupausen aufgebaut werden, der dann zur Laufzeit erweitert wird.

Die Leitprojekte werden um CampusOS-Satellitenprojekte ergänzt. Diese Projekte dienen einerseits der Validierung der in den Leitprojekten bereits erfassten Komponenten und Blaupausen in spezifischen Branchen und Anwendungsszenarien. Andererseits wird der Technologie-

Baukasten erweitert, indem neue Technologiekomponenten und Blaupausen für bedarfsgerechte Kombinationen und neue Betreibermodelle entwickelt und getestet werden. Dies kann auch neue Testwerkzeuge beinhalten.

Basierend auf den Ergebnissen der Leitprojekte und den Erweiterungen aus den Satellitenprojekten sollen interoperable Komponenten integriert und an dedizierten Lokationen bei ausgewählten Anwendungspartnern aufgestellt werden. Hierfür sollen Blaupausen aus dem Technologie-Baukasten unter Berücksichtigung verschiedener Betreibermodelle verwendet werden und als "Best Practices" in Form von Referenz-Testfeldern für Anbieter und Anwender, die zum Beispiel Campusnetze aufbauen wollen, zur Verfügung stehen. Die Testfelder werden dem OpenRAN-Ansatz folgen und E2E-Campusnetze mit repräsentativen Anwendungsfällen bereitstellen. Somit sollen sie als Anlaufstelle für Anbieter und Entwickler von Komponenten und Werkzeugen dienen und ihnen als reale Umgebungen für Tests bezüglich der Funktionalität, Interoperabilität, und Evaluierung der Performanz zur Verfügung stehen. Darüber hinaus sollen die Testfelder als Inspiration oder Anlaufstelle für die Satellitenprojekte dienen oder interessierte Unternehmen aus verschiedenen Branchen motivieren, in enger Zusammenarbeit mit den Leitprojekten Technologiekomponenten bereitzustellen und ggf. in die Testfelder zu integrieren. Gleichzeitig soll die Beratung von Satellitenprojekten und das Zurückspielen der Anforderungen in die Satellitenprojekte erfolgen. Dazu sind gemeinsame Workshops mit den Anbietern und Anwendern geplant, welche die Erstellung des Technologie-Baukastens, der Abstimmung von Schnittstellen, der Erarbeitung der Integrationsstrategien und Blaupausen, der Einbindung von Satellitenprojekten und Öffnung für Externe und zuletzt die Umsetzung der Anwendungsfälle mittels Referenzarchitekturen wie zum Beispiel iRefA ermöglichen.

Weiterführende Informationen: [Förderaufruf „Campusnetzwerke auf Basis von 5G-Kommunikationstechnologien einschließlich OpenRAN-Ansätzen“](#).